

## Die Erhaltung und Wiederherstellung der Durchlässigkeit der Landschaft bei Verkehrsplanungen - Methoden zur Nutzung von Landschaftsdaten für die Sicherung der biologischen Vielfalt

Böttcher, Marita; Reck, Heinrich; Hänel, Kersten

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:  
Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Böttcher, M., Reck, H., & Hänel, K. (2009). Die Erhaltung und Wiederherstellung der Durchlässigkeit der Landschaft bei Verkehrsplanungen - Methoden zur Nutzung von Landschaftsdaten für die Sicherung der biologischen Vielfalt. In S. Siedentop, & M. Egermann (Hrsg.), *Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung: Bilanz, aktuelle Herausforderungen und methodisch-instrumentelle Perspektiven* (S. 30-45). Hannover: Verl. d. ARL. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-359628>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public. By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

*Marita Böttcher, Heinrich Reck, Kersten Hänel*

**Die Erhaltung und Wiederherstellung der Durchlässigkeit der  
Landschaft bei Verkehrsplanungen – Methoden zur Nutzung von  
Landschaftsdaten für die Sicherung der biologischen Vielfalt**

S. 30 bis 45

Aus:

Stefan Siedentop, Markus Egermann (Hrsg.)

**Freiraumschutz und Freiraumentwicklung  
durch Raumordnungsplanung**

Bilanz, aktuelle Herausforderungen  
und methodisch-instrumentelle Perspektiven

Arbeitsmaterial der ARL 349

Hannover 2009

Marita Böttcher, Heinrich Reck, Kersten Hänel

# **Die Erhaltung und Wiederherstellung der Durchlässigkeit der Landschaft bei Verkehrsplanungen – Methoden zur Nutzung von Landschaftsdaten für die Sicherung der biologischen Vielfalt**

## **Gliederung**

- 1 Einleitung
- 2 Die Eignung der „Unzerschnittenen Verkehrsarmen Räume“ und der Biotopverbundplanungen der Länder zur Bewertung von Habitatzerschneidung
- 3 Exkurs: Lebensraumverbund und die Erhaltung der biologischen Vielfalt in Mitteleuropa – einige wichtige Grundlagen im Überblick
- 4 Die Entwicklung des Zustands- und Zielindikators „Unzerschnittene Funktionsräume (UFR)“
- 5 Lebensraumnetzwerke und Unzerschnittene Funktionsräume als Konzept zur Bewältigung von Habitatzerschneidung

## **Literatur**

## **1 Einleitung**

Die Zerstörung von Lebensräumen ist die primäre Ursache für den Rückgang der Artenvielfalt. Als Hauptverursacher sind die Land- und Forstwirtschaft zu nennen. Melioration, monotone Kulturen, hoher Dünger- und Pestizideinsatz sowie eine hohe Nutzungsfrequenz führten und führen zu einer Nivellierung der Standort- und Lebensbedingungen und machen bei gleichzeitigem Verlust von sogenannten „Ausgleichsbiotopen“ (kleinflächige, naturnahe Landschaftselemente) das Überleben für viele heimische Arten unmöglich (SRU 1985, Günther et al. 2005). Unter solchermaßen schwierigen Bedingungen wird die Zerschneidung<sup>1</sup> der verbliebenen artenreichen oder besonderen Restlebensräume sowie von Migrationsflächen durch lineare Barrieren (v. a. durch die Anlage und Nutzung von Straßen) zu einer neuen, erheblichen Bedrohung für die biologische Vielfalt (Iuell et al. 2003). Die Wirkungen von Zerschneidung sind:

- die Vernichtung von Habitaten,
- die Veränderung der Habitatqualität durch Lärm, Licht oder stoffliche Einträge,
- die Erhöhung der Mortalität innerhalb lokaler Populationen durch Verkehrstod, Stress oder Maskierung von Warnsignalen,

---

<sup>1</sup> Der Begriff Zerschneidung wird im Sinne der Definition von Baier et al. (2006) verwendet und ist kein Synonym für den Begriff Fragmentierung, der in diesem Zusammenhang ebenfalls häufig verwendet wird: Fragmentierung = Räumliche Zergliederung der Naturlandschaft durch alle Arten menschlicher Raumnutzungsaktivitäten mit Wirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsbild (Beispiel: Verkleinerung und Verinselung naturnaher Gebiete sowohl durch industrielle, land- und forstwirtschaftliche Nutzungen als auch durch die Anlage von Siedlungen und Straßen); Zerschneidung = Zertrennung von Habitaten vor allem durch lineare Elemente der technischen Infrastruktur (Beispiele: Anlage und Betrieb von Straßen, Kanälen oder Eisenbahnen).

- die Unterbindung von tageszeitlichen bzw. jahreszeitlichen Wanderbeziehungen,
- die Isolation von Habitaten bzw. Populationen mit einhergehender Minderung der Überlebensfähigkeit (Unterschreitung von Minimalarealen, Minimalpopulationen sowie Verminderung der genetischen Vielfalt innerhalb von Populationen),
- die Unterbindung von Ausbreitungsprozessen (notwendig zur Sicherung von Metapopulationen und zur Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen)

Damit die biologische Vielfalt in unserer mittlerweile extrem fragmentierten Landschaft auch unter den sich ändernden Klimabedingungen erhalten und weiterentwickelt werden kann, müssen Konzepte etabliert und umgesetzt werden, mittels derer Ökosysteme, die Habitate für bedrohte Arten bereitstellen, effektiv gesichert werden können. Zu diesen Konzepten zählt zum einen der Biotopverbund (s. § 3 BNatSchG), zum anderen aber auch die nachhaltige Bewältigung von Beeinträchtigungen, wie sie durch die Zerschneidung von Landschaften und Lebensräumen durch das Verkehrswegenetz hervorgerufen werden. In diesem Beitrag soll es vor allem darum gehen, zu zeigen, mit welchen Methoden Zerschneidung von Lebensräumen großräumig erkannt sowie quantifiziert werden kann, wie die für die Erhaltung von Vernetzungsbeziehungen wichtigsten Räume identifiziert und wie Prioritäten für ein abgestuftes Maßnahmenkonzept entwickelt werden können.

## **2 Die Eignung der „Unzerschnittenen Verkehrsarmen Räume“ und der Biotopverbundplanungen der Länder zur Bewertung von Habitatzerschneidung**

Das Konzept der „Unzerschnittenen Verkehrsarmen Räume“ (UZVR) wurde in Deutschland zu einem Maß entwickelt, mit dem Zerschneidung beschrieben werden soll. Ursprünglich auf die landschaftsgebundene Erholung bezogen (Lassen 1979, Gawlak 2001) wurde angenommen, dass mit den UZVR auch Belange des Arten- und Biotopschutzes abgebildet werden können. Das Ergebnis eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens<sup>2</sup> im Auftrag des BfN bestätigt, dass die Verteilung und Veränderung der UZVR [und vergleichbarer Maße wie die „effektive Maschenweite ( $M_{\text{eff}}$ )“] hervorragend zur Beschreibung der „allgemeinen“ Landschaftszerschneidung geeignet sind. Dagegen eignen sie sich aber weder zur Bewertung der Gefährdung der Artenvielfalt bzw. zur Beurteilung der Zerschneidungen schutzbedürftiger Lebensräume und Biozönoson noch zur Bewertung der Zerschneidung ökologischer Wechselbeziehungen oder zur Ableitung von wirksamen Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen. So konnten trotz umfangreicher Untersuchungen in dem o.g. Vorhaben oft keine signifikanten und überwiegend auch keine positiven Korrelationen zwischen der Flächengröße der UZVR und den meisten ökologischen Qualitäten festgestellt werden (Reck et al. 2008).

Auch viele Biotopverbundplanungen sind im Rahmen der Eingriffsplanung nur bedingt zur Bestimmung der Schwere von Beeinträchtigungen durch Zerschneidung anwendbar, weil sie (im Vergleich der Bundesländer und Regionen) sehr heterogen sind, nicht in jedem Bundesland Regionen übergreifend entwickelt wurden und zu oft nur einen Teil der biologischen Vielfalt repräsentieren. Im Rahmen von z. B. Straßenneubauvorhaben lassen sich jedoch unter Zuhilfenahme weiterer konkretisierender Einzeluntersuchungen Maßnahmen zur Erhaltung der Durchlässigkeit der Landschaft für die biologische Vielfalt begründen. Ein Überblick über die Bedeutung der Auswirkungen der Neuzerschneidung für das vorhandene oder geplante Habitatnetz in Verbindung mit

<sup>2</sup> Möglichkeiten und Grenzen der UZVR zur qualitativen Bewertung, Steuerung und Kompensation von Flächeninanspruchnahmen, FKZ 805 82 025.

bereits bestehenden Zerschneidungen des vorhandenen Verkehrsnetzes ist aber auf der Basis der bislang vorliegenden Verbundplanungen oft nicht oder nur mit großem Aufwand möglich. Dies gilt in noch größerem Maße für die Beurteilung der Schwere der Beeinträchtigungen zur Eingriffsbewältigung sowie die Ableitung eines nach Prioritäten gestuften Maßnahmenkonzeptes zur Wiedervernetzung z. B. auf Bundesebene. Würden dagegen kohärente, stimmige Pläne und Vorgaben bzw. Methoden zur großräumigen Darstellung der wichtigsten Verbunderfordernisse vorliegen, dann ließen sich z. B. im Rahmen der Vorbereitung des Bundesverkehrswegeplanes (BVWP) schwerwiegende Eingriffe in Vernetzungsbeziehungen rechtzeitig erkennen und – sofern möglich – durch eine vorsorgeorientierte Planung vermeiden (Winkelbrandt 2005). Genauso wäre eine großräumige Bedarfsabschätzung möglich bzw. erkennbar, wo prioritär Wiedervernetzungsmaßnahmen ergriffen werden müssten.

### **3 Exkurs: Lebensraumverbund und die Erhaltung der biologischen Vielfalt in Mitteleuropa – einige wichtige Grundlagen im Überblick<sup>3</sup>**

Im Laufe der letzten 40 Jahre wurden vier wichtige, planungsrelevante Konzepte erarbeitet, die die Entwicklung von Artengemeinschaften in natürlichen, aber auch von vom Menschen genutzten Landschaften bzw. das Überleben von Arten in diesen Landschaften erklären. Die Kenntnis dieser Konzepte und der zugrunde liegenden Prozesse ist erforderlich, um die herausragende Bedeutung der Erhaltung der Durchlässigkeit der Landschaft für die biologische Vielfalt zu verstehen. Sie ist auch notwendig, um in der Öffentlichkeit und für die Landnutzer Vernetzungskonzepte nachvollziehbar zu vermitteln und darauf aufbauend z. T. kostenintensive Erhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen zu rechtfertigen.

Die Begründung für die Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensraumverbund beruht im Wesentlichen auf

- den Raumansprüchen von Individuen (Trivial Range, Migration Range),
- den Raumansprüchen und der Dynamik von Populationen (Minimum Viable Population - MVP, Metapopulationen, Dispersal Range) sowie
- der Notwendigkeit, Anpassungen an großräumige Umweltveränderungen zu ermöglichen.

Den wissenschaftlichen Rahmen bilden die o. g., im Folgenden kurz vorgestellten Konzepte. Es sind:

- das Konzept der „kleinstmöglichen überlebensfähigen Population“ (MVP; Shaffer 1981),
- das Metapopulationskonzept (Levins 1969),
- das Mosaik-Zyklus-Konzept bzw. patch-dynamics concept (z. B. Remmert 1991) und
- die Hypothese der mittleren Störungsintensität (intermediate disturbance hypothesis; Connell 1978), wobei Großsäuger in ihrer Funktion als Habitatbildner und als Vektoren im Hinblick auf Verbund besonders beachtet werden sollten.

---

<sup>3</sup> Zusammengestellt aus Reck et al. 2005 sowie Böttcher, Reck 2007.

### Das Konzept der „kleinstmöglichen überlebensfähigen Population“ (MVP)

Nur große Populationen überdauern mit hinreichender Wahrscheinlichkeit längere Zeiträume. Mit der Minimum Viable Population wird die kleinste Population irgendeiner Art umschrieben, von der man annehmen kann, dass sie mit recht hoher Wahrscheinlichkeit die nächsten 100 (oder auch 1000) Jahre überleben wird. Eine MVP muss nicht aus einer einzelnen Population bestehen, sie kann sich auch aus mehreren, interagierenden Populationen, einer Metapopulation, zusammensetzen. Eine MVP<sub>99/100</sub><sup>4</sup> von Insekten muss dafür oft viele tausend Individuen umfassen, eine MVP<sub>99/100</sub> großer Säugetiere oft mehrere hundert Individuen (vgl. Reed et al. 2003). Kleine Populationen unterliegen dagegen einem sehr hohen Erlöschensrisiko.

Jedweder benötigte Lebensraum darf also nicht erheblich zerschnitten werden, weil je nach Qualität eine bestimmte Flächengröße für das Überleben der MVP einer spezifischen Art erforderlich ist.

### Das Metapopulationskonzept

Der Begriff Metapopulation beschreibt eine Gruppe von Teilpopulationen, zwischen denen ein Individuen- und Genaustausch besteht, deren jeweilige Populationsdynamik aber nicht absolut synchron verläuft. In diesem Verbund können einzelne Teilpopulationen erlöschen (lokale Extinktion) und an gleicher oder anderer Stelle durch dispergierende Individuen wieder oder neu gegründet werden (lokale Kolonisation).

Mit dem Metapopulationskonzept lassen sich in der Populationsbiologie raumzeitliche Vorgänge beschreiben, die sich zum einen auf einzelne Teilpopulationen beziehen, zum anderen auf die Interaktionen der Teilpopulationen untereinander. Auf diese Weise entsteht eine lokal explizite Darstellung der Populationsdynamik einer bestimmten Art, auf deren Basis das Überleben der Gesamtpopulation abgeschätzt werden kann. Solange ausreichender Individuenaustausch („Verbund“) zwischen den Lebensräumen der Teilpopulationen besteht, muss der Lebensraum der MVP nicht als eine einzige, große und zusammenhängende Fläche ausgebildet sein.

### Das Mosaik-Zyklus-Konzept

Das Mosaik-Zyklus-Konzept beruht auf Beobachtungen von Wald-Ökosystemen. Danach verändern sich (von zivilisatorischen Einflüssen ungestörte) Wald-Ökosysteme zyklisch. Das Konzept beschreibt den sukzessiven Wechsel unterschiedlicher Biotoptypen auf identischer Fläche, der dazu führt, dass nach einer bestimmten Phasensequenz näherungsweise wieder die „Ausgangssituation“ erreicht wird, wobei auf benachbarten Flächen ähnliche Zyklen – phasenverschoben und asynchron – ablaufen (Scherzinger 1991). Die Vielfalt der gleichzeitig nebeneinander anzutreffenden Sukzessionsstadien wird als Mosaik bezeichnet und die Sukzession in einem solchen Zyklus kann auch zurückspringen oder manche Stadien können schnell durchlaufen (nahezu übersprungen) werden. Ursachen hierfür liegen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Systems (z. B. witterungsbedingte Katastrophen). Das langlebigste, vermeintlich „stabilste“ Stadium im Sukzessionszyklus wird oft als Klimax- oder Reifestadium bezeichnet. Auf dem Weg zum Klimax müssen nicht alle möglichen Phasen durchlaufen werden und es kommen je nach Rahmenbedingungen verschiedene Pflanzengemeinschaften oder „Altersstufen“ als Klimax infrage. Klimaxstadien im Sukzessionskreislauf können sich abwechseln. Nicht alle (z. B. Seen), aber viele Ökosysteme zeichnen sich durch solchermaßen zyklische Sukzession aus.

<sup>4</sup> Überlebensfähigkeit von 99 % für 100 Jahre.

Organismen, die auf ein Sukzessionsstadium oder wenige Sukzessionsstadien spezialisiert sind, müssen in der Lage sein, mit der Sukzessionsdynamik zu wandern. Ihre Vorkommen erlöschen, wenn die Abstände im Mosaik oder wenn Barrieren zu groß werden.

### **Die Hypothese zur mittleren Störungsintensität (Intermediate disturbance)**

Die Hypothese der “intermediate disturbance” besagt im Kern, dass die Artenvielfalt eines Systems bei zunehmender Störungsintensität und/oder Störungsfrequenz zunächst bis zu einem Maximum ansteigt und dann, bei noch größerer bzw. zu hoher Störungsintensität, wieder abnimmt. Sie erklärt, warum in einem begrenzten System gleichzeitig viele verschiedene Arten existieren können. Durch lebensraumtypische Störungen werden Konkurrenzbedingungen so verändert, dass die autogene Sukzession teilweise unterbrochen und somit ein Konkurrenzausschluss verhindert wird.

Welche Umweltveränderungen als „positive Störung“ auffallen, hängt davon ab, wie groß der raum-zeitliche Betrachtungsraum gewählt wird und ob diese „Störungs“-Faktoren auf rezente Organismen in evolutiv relevanten Zeiträumen gewirkt haben. Wichtige habitatbildende „Störer“, von deren regelmäßigem und auch sporadischem Wirken viele „angepasste“ Arten abhängig sind, sind insbesondere Großherbivoren.

Wichtig ist, dass in einem System ausreichend Konnektivität bzw. Raum sowohl für alle lebensraumtypischen Formen von Störungen – d. h. die Störungsformen, an die Arten adaptiert sind –, als auch ausreichend Refugien zur Wiederbesiedlung (nach einer Störung) verbleiben.

Speziell mit den Wirkungen pflanzenfressender Großtiere befasst sich die in Deutschland z. B. durch Bunzel-Drüke et al. (1999) bekannt gewordene Megaherbivorentheorie. Diese beschäftigt sich mit dem (potenziellen) Einfluss von frei wandernden großen Pflanzenfressern auf die lokale Vegetation und die Landschaftsstruktur. Im Zusammenhang mit der Intermediate-Disturbance-Theorie liefert sie einen wichtigen Ansatzpunkt zur Betrachtung räumlicher Funktionsbeziehungen. Abgeleitet aus dem Verhalten rezenter, oft in Herden oder Familienverbänden lebender Arten kann angenommen werden, dass aufgrund der komplexen tages- und jahreszeitlichen Raumnutzung eine hohe Habitatvielfalt und lokal sehr unterschiedliche „Störungsmuster“, d. h. eine hohe biogene Heterogenität, entstanden sind; ein Einfluss, der dem von historischen, heute obsoleten land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen ähnlich war. Dass Großtiere zwischen verschiedenen Lebensräumen wechseln und in ihnen wirken können, ist eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung der biologischen Vielfalt. Hinzu kommt, dass Großtiere als Vektoren die Ausbreitung von Pflanzen und Kleintieren befördern und deren Metapopulationen stabilisieren können.

Die genannten Konzepte versuchen also, die Entwicklung von Landschaftsstrukturen bzw. von Habitatmosaiken oder das Vorkommen der in diesen lebenden Arten aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu erklären. Allen Theorien liegt die Erkenntnis zugrunde, dass lokal vorgefundene Zustände Momentaufnahmen eines sich ständig wandelnden Mosaiks verschiedener Lebensräume und Artengemeinschaften sind, die sich fortwährend gegenseitig beeinflussen und zudem durch äußere Faktoren wie das Makroklima mitgesteuert werden. Das Metapopulationskonzept beschreibt die Beziehungen zwischen Habitatflecken (patches) und deren Besiedlung durch Arten bzw. die Bedeutung des Austauschs von Individuen. In Verbindung mit dem MVP-Ansatz lassen sich Aussagen über die Überlebenswahrscheinlichkeit einer (Meta-)Population treffen.

Das Mosaik-Zyklus-Konzept rückt den Aspekt des Zusammenwirkens von Arten in Lebensgemeinschaften und deren „Alterung“ mit Untergrund und Klima in den Vorder-

grund, um Biotopmosaiken zu erklären. Das Konzept der Intermediate Disturbance liefert i. w. S. ein Modell für die Entstehung nachhaltiger Nischen- und Artenvielfalt und das Megaherbivorenkonzept schließlich veranschaulicht die extrem vielfältigen Auswirkungen von großen Pflanzenfressern. Zusammen betrachtet liefern alle Konzepte ein Bild darüber, mit welchen (räumlichen) Prozessen und davon abhängigen Variablen wir es in den von uns betrachteten Landschaftsausschnitten zu tun haben können. Für die Beurteilung von „Eingriffen“ müssen die entscheidungserheblichen, wesentlichen Funktionsbeziehungen, z. B. Wanderungen von Individuen einer Art innerhalb eines Gebietes, die diese Prozesse steuern, und die von ihnen abhängigen Variablen (z. B. Vorkommen, Größe und Überlebenswahrscheinlichkeit der Population einer Art) in der konkreten Situation bestimmt und beschrieben werden.<sup>5</sup> Wichtig ist, solche Veränderungen dieser Funktionsbeziehungen zu erkennen, die zu erheblichen Beeinträchtigungen der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und damit der biologischen Vielfalt führen.

#### **4 Entwicklung des Zustands- und Zielindikators „Unzerschnittene Funktionsräume (UFR)“**

Da Zerschneidung und Verinselung durch lineare Barrieren im bestehenden oder im zukünftig erweiterten Verkehrsnetz mit den Biotopverbundplanungen der Länder alleine oft nicht hinreichend beurteilt werden können und UZVR und ähnlich abgeleitete Maße wie die effektive Maschenweite (Jaeger 2001) zur Beurteilung der Habitatzerschneidung nicht geeignet sind, wurde eine Methode gesucht, die das Ausmaß der Habitatzerschneidung flächendeckend quantifizierbar macht.

Voraussetzung für die großräumige Beurteilung von Habitatzerschneidung bzw. die Zerschneidung von ökologischen Wechselbeziehungen ist eine räumliche Darstellung der noch bestehenden Habitate schutzbedürftiger Arten und von deren Konnektivität. Auf der Basis der Erreichbarkeit von Lebensräumen für jeweils relevante Artengruppen (Entfernungen, flächenhafte Barrieren) werden dazu potenziell funktionsfähige Lebensraumnetzwerke gebildet. Für linienhafte Barrieren wird zunächst eine Überwindbarkeit vorausgesetzt. Die Lebensraumnetzwerke sind mit ökologischen Netzwerken<sup>6</sup> vergleichbar, sie sind aber nicht als ein Planungsergebnis, sondern als eine Planungsgrundlage aufzufassen, die für ökologische Gruppen sowohl Vorhandenes, aber auch Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigen (Genauerer zur Konzeption und Methodik: Hänel 2007, Fuchs et al. 2007; vgl. auch Jooß 2006).

---

<sup>5</sup> Arbeitshilfen dazu stehen seit Februar 2008 im Rahmen des Verbändeprojekts „Überwindung von Barrieren“ unter <http://www.jagdnetz.de/Aktuelles/Naturschutz> zur Verfügung.

<sup>6</sup> Syn. Biotopverbund- oder Habitatverbundsysteme, Übersichten bei Jongman, Pungetti 2004; von Haaren, Reich 2006; Hänel 2007.



Abb. 1: Zusammenfassende Darstellung der Lebensraumnetzwerke und ihre Zerschneidung



Quelle: Reck et al. 2008

Für die Entwicklung der Karte der Lebensraumnetzwerke wurden im Wesentlichen die Ergebnisse der selektiven Biotopkartierungen der Länder und verschiedene Landnutzungsdaten (CORINE Land Cover, ATKIS) verwendet. Damit konnte der Großteil des Zusammenhanges von Lebensräumen der gefährdeten und von Zerschneidung betroffenen Arten abgebildet werden.

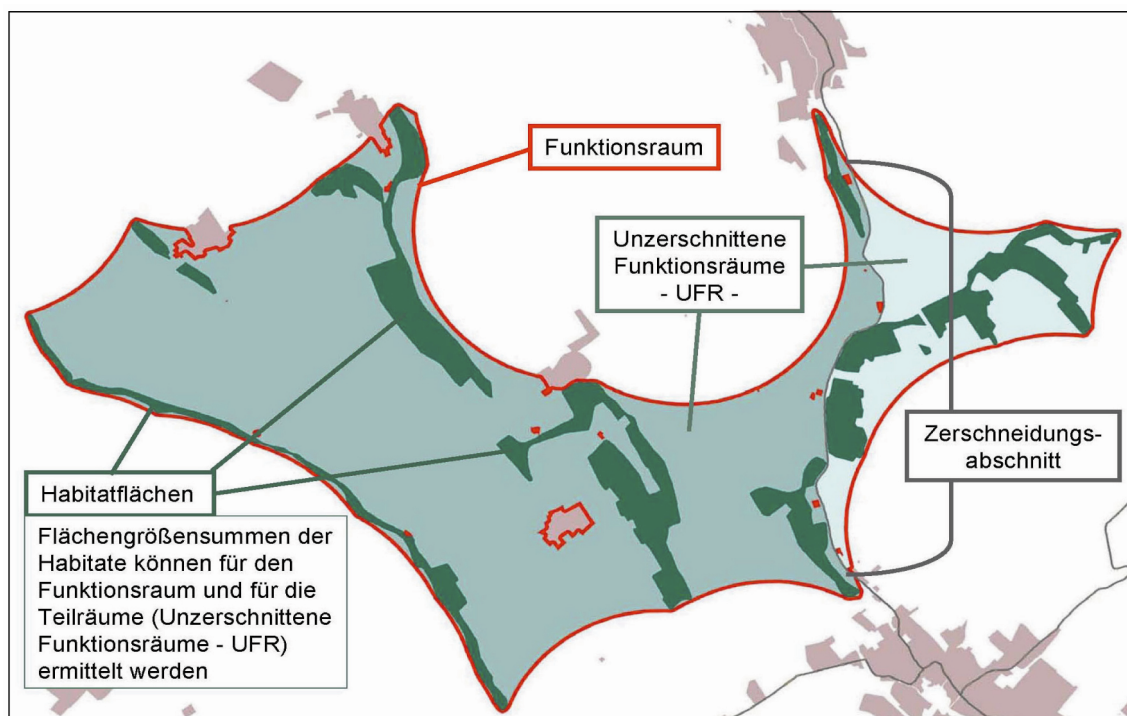
Werden diese Lebensraumnetzwerke anschließend mit dem Verkehrsnetz im Geoinformationssystem zusammengeführt, kann die bestehende Zerschneidung von Verbundzusammenhängen aufgezeigt werden. Für die noch unzerschnittenen Teilbereiche der Lebensraumnetzwerke wurde der Begriff der Unzerschnittenen Funktionsräume (UFR) geprägt.

Abb. 2: Begriffe im Zusammenhang mit den Unzerschnittenen Funktionsräumen (UFR)

Unzerschnittene Funktionsräume (UFR):

(Funktionsräume = Biotope + Verbindungsräume, die für das Netzwerk essenzielle Flächen mit räumlich-funktionalen Wechselbeziehungen symbolisieren)

Mit Unzerschnittenen Funktionsräumen werden Teilabschnitte von Lebensraumnetzwerken beschrieben, die nachweisbar Kernlebensräume von schutzbedürftigen Arten und die günstigsten Räume für den Biotop- und Populationsverbund bzw. für den Individuenaustausch sowie für Tierwanderungen (Verbindungsräume) enthalten. Verschiedene UFR können unterschiedlich große, schutzbedürftige Biotope, die in unterschiedlicher Anordnung zueinander liegen, enthalten. Die UFR werden also durch ihre Ausstattung mit verschiedenen großen Kernflächen und/oder ihrer Artenausstattung charakterisiert. Begrenzt werden sie durch Verkehrsinfrastrukturen mit erheblicher Barrierewirkung.

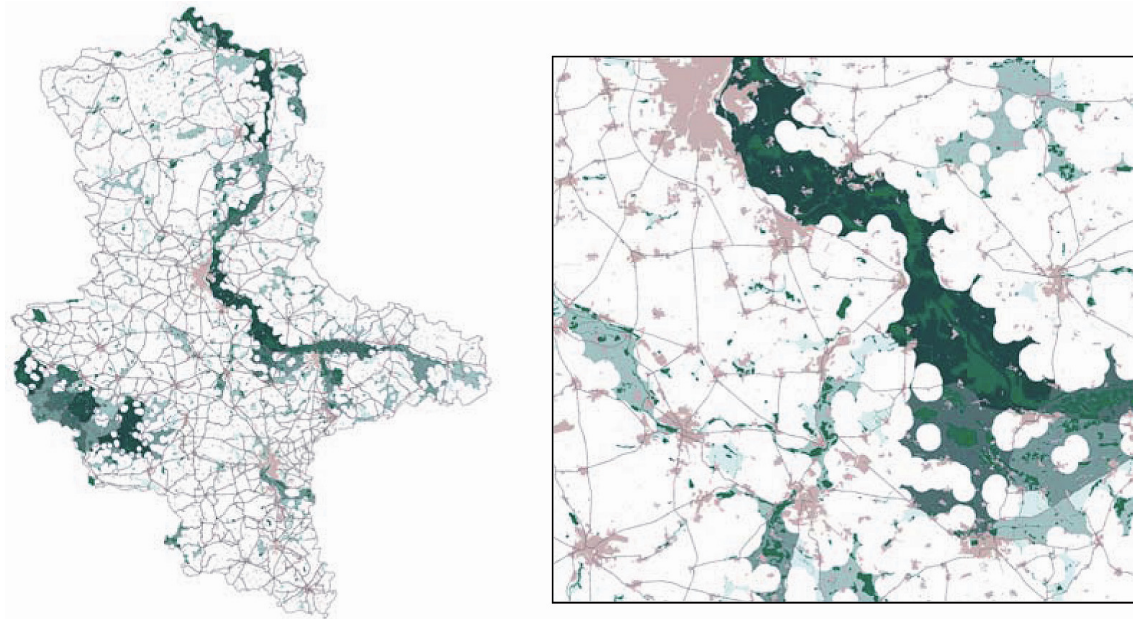


Quelle: Hänel 2007



Die Charakterisierung der UFR kann durch Berechnung und Klassifizierung der Summen der in den einzelnen UFR liegenden Habitatflächengrößen und/oder über ihre Artenausstattung erfolgen. Mit Hilfe der UFR und ihrer jeweiligen Bewertung nach der Größe der in ihnen enthaltenen hochwertigen Lebensräume lässt sich das Ausmaß der Zerschneidung von Lebensraumnetzwerken vermitteln.

Abb. 3: Unzerschnittene Funktionsräume, z. B. im Netzwerk der Feuchtlebensräume Sachsen-Anhalts

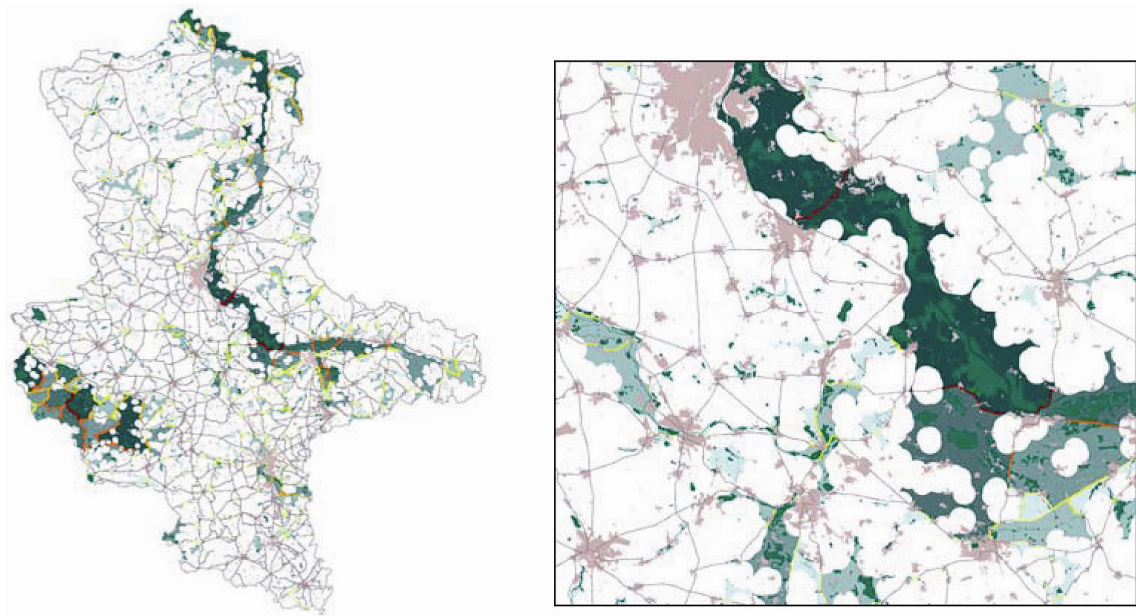


Quelle: Hänel 2007

Gleichzeitig kann der Ansatz der Lebensraumnetzwerke und UFR auch als Grundlage für die Identifikation vorrangig wieder zu verbindender Bereiche bzw. zur Priorisierung von Wiedervernetzungsmaßnahmen dienen:

So lassen sich auf der Grundlage der UFR durch Nachbarschaftsanalysen (z. B. Anwendung des 2006 im Rahmen von COST 350 entwickelten Fragmentation-Index) auch für große, unübersichtliche Gebiete mit sehr vielen Konfliktstellen prioritäre Suchabschnitte zur Verminderung der Barrierewirkung lokalisieren, um das Ziel des Wiederaufbaus möglichst großräumiger und damit funktionsfähiger räumlich-ökologischer Beziehungen zu erfüllen. Zugrunde gelegt wird, dass Wiedervernetzung um so effizienter ist, je größer die wiedervernetzten Habitatkomplexe sind [weitere Merkmale zur Priorisierung von Maßnahmen sind zudem die Berücksichtigung erkennbar wichtiger Migrationsachsen für wandernde Arten, der notwendige, großräumige Verbund von Populationen gefährdeter Großsäuger sowie Vorkommen (Donatorpopulationen) besonders gefährdeter und auf Vernetzung angewiesener weiterer Arten].

Abb. 4: Prioritäten für die Wiedervernetzung im Netzwerk der Feuchtlebensräume Sachsen-Anhalts unter Anwendung des Fragmentation-Index in 5 Klassen



Quelle: Hänel 2007

Neben den UFR für Arten von Feuchtgebieten bzw. Feuchtbiotopen wurden im Rahmen des oben genannten Forschungsvorhabens „UFR“ bundesweit für Arten trockener Standorte, für waldbewohnende, größere Säugetiere und für die Flächen naturschutzfachlich bedeutsamer Wälder ermittelt. Darüber hinaus steht eine Berechnung integrativer, Trocken-, Feucht- und Waldlebensraumkomplexe zusammenfassender UFR zur Verfügung.



Abb. 5: Kompilierte UFR für Trocken-, Feucht- und naturschutzfachlich bedeutsame Waldlebensraumkomplexe (Kompilierung) (Klassifizierung ohne Berücksichtigung von staatsübergreifenden UFR)



Quelle: Hänel 2007

## 5 Lebensraumnetzwerke und Unzerschnittene Funktionsräume als Konzept zur Bewältigung von Habitatzerschneidung

Das Konzept der Lebensraumnetzwerke und UFR kann als Planungs- und Bewertungsgrundlage für die Landschaftsentwicklung, z. B. als Unterstützung von Biotopverbundplanungen und zur Eingriffsbewältigung in Bezug auf Zerschneidungswirkungen angewendet werden. Großräumige, naturschutzfachlich bedeutsame Zusammenhänge werden dargestellt und können damit bei allen Raumnutzungsplanungen auf allen Planungsebenen angemessen berücksichtigt werden.

Mit den Lebensraumnetzwerken und UFR lassen sich verschiedene Planungsaufgaben unterstützen:

- Beschreibung der Zerschneidungssituation von ökologischen Netzwerken, d. h. von verbliebenen, potenziell funktionsfähigen Habitatsystemen in Deutschland als Grundlage für ein Wiedervernetzungskonzept

Mit dem Konzept der UFR lässt sich auf kleinmaßstäblicher Ebene ein Überblick über den Zerschneidungsgrad noch vorhandener „ökologischer Infrastruktur“ (Lebensraumnetzwerke) durch die Verkehrsinfrastruktur gewinnen. Aufbauend auf dieser Analyse lassen sich mit Hilfe eines abgestuften Verfahrens nach ihrer Bedeutung bestgeeignete Bereiche für Wiedervernetzungsmaßnahmen identifizieren (s. o.). Der Erfolg von Wiedervernetzungsmaßnahmen ist über die grafisch gut abzubildende Wiederverknüpfung benachbarter UFR bzw. Netzwerkteile unmittelbar nachvollziehbar und vermittelbar.

- Angemessene Berücksichtigung von Zerschneidungswirkungen bei strategischen Planungsentscheidungen

UFR können bei der Überarbeitung des Bundesverkehrswegeplanes (BVWP) und von Landesverkehrswegeplänen genutzt werden, um Beeinträchtigungen des Habitatnetzes durch Neuzerschneidung zu vermeiden oder zumindest zu mindern. Zugleich bietet das Konzept bei entsprechender Weiterentwicklung erstmals die Möglichkeit, im Rahmen der Aufstellung des Bundesverkehrswegeplanes, die zur Verminderung von Zerschneidungswirkungen entstehenden Kosten in die Nutzen/Kostenrechnung der geplanten Straße einfließen zu lassen.

- Verbesserung von Wirkungsprognosen zur Beurteilung von Zerschneidung

Mit den UFR wird ein Konzept vorgelegt, mit dem die Beeinträchtigung eines großräumigen ökologischen Systems (Ökologisches Netzwerk) durch das Verkehrsnetz erstmals im überregionalen Maßstab bewertet werden kann. Das Konzept unterstützt unabhängig von dem Folgenbewältigungsregime der einzelnen Folgenabschätzungs- und Folgenbewältigungsinstrumente (SUP, UVP, FFH-VP, Eingriffsregelung und Artenschutz) den Arbeitsschritt Wirkungsprognose. Die Auswirkungen von Zerschneidungen durch z. B. eine neue Straße können damit auch in ihrer Wirkung für das bestehende und/oder geplante Habitatnetz abgeschätzt werden. Beispielsweise können Zerschneidungen von Hauptausbreitungsachsen besser identifiziert und die Bedeutung dieser Zerschneidungen sowohl gebietsbezogen (FFH-VP) bzw. netzbe-

zogen (z. B. Natura 2000), artenbezogen (spezieller Artenschutz) oder schutzgutbezogen für Arten und Biotope als Bestandteile des Naturhaushaltes (SUP, UVP und Eingriffsregelung) bewertet werden.<sup>7</sup> Integrative Planung von Kompensationserfordernissen

Neben der Wirkungsabschätzung und der Stärkung des Vermeidungsgebotes können Kompensationsmaßnahmen besser als bislang so geplant werden, dass sie dem Gesamtnetz von Lebensräumen zugute kommen und nicht nur isolierte Einzelfalllösungen darstellen. Dies betrifft z. B. auch die von den Ländern angestrebte und immer häufiger durchgeführte räumliche Flexibilisierung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Das Konzept liefert, wie auch geeignete Biotopverbundplanungen, ökologisch differenzierte Hinweise, in welchen Bereichen eine Wiederherstellung oder Stärkung von Vernetzungsbeziehungen vorrangig sinnvoll und notwendig sein könnte.

- Erhöhung der Planungssicherheit und Verbesserung der Nachvollziehbarkeit bei der Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung von Neuerschneidung

Die Vermeidbarkeit erheblicher Zerschneidungswirkungen oder der Bedarf für Maßnahmen wie z. B. der Bau von Grünbrücken lassen sich besser und vor allem frühzeitig im Planungsprozess beurteilen. Damit werden Entscheidungen über Varianten besser begründet und die Planungen insgesamt weniger anfechtbar.

- Planungshilfe zur Landschaftsentwicklung

Das Konzept der Lebensraumnetzwerke in Verbindung mit den UFR kann insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Klimabedingungen zur Landschaftsentwicklung genutzt werden. So können beispielsweise mit der Aufstellung von Landschaftsprogrammen und -rahmenplänen bzw. von Landesentwicklungsplänen und Regionalplänen im Sinne eines regional differenzierten strategischen Rahmens (Jessel 2007) wichtige Flächen ausgewiesen und Verbundachsen entwickelt werden, die zur Sicherung der Durchlässigkeit der Landschaft für die biologische Vielfalt nicht weiter zerschnitten werden dürfen. Eine Sicherung dieser Flächen wäre z. B. mit entsprechenden Auflagen als Vorranggebiet für den Naturschutz möglich. Über die Ausweisung als Vorranggebiet kann auch die Funktionalität bereits gebauter und geplanter kostenaufwendiger Querungshilfen dauerhaft gesichert werden.

Da es mit dem Konzept der Lebensraumnetzwerke und den UFR erstmals möglich ist, auf Bundesebene räumlich konkretisierte und ökologisch differenzierte Aussagen zum Verbund und zur Zerschneidung von Lebensräumen abzubilden, schlagen wir vor, für wichtige Großgruppen von Lebensräumen (s. o.) den Ansatz zum Monitoring auszubauen und die jeweils aktuellen Ergebnisse in die Raumordnungsberichte des Bundes zu übernehmen.

In erster Linie sind Eignungsflächen dargestellt, deshalb verbleibt weiterhin die Aufgabe, den notwendigen Flächenbedarf vor dem Hintergrund der allfälligen Flächenkonkurrenz besser zu quantifizieren. Die Gefährdungssituation vieler Arten und Biotope zeigt zweifellos, dass das derzeitige Schutzgebietssystem noch nicht ausreicht für die nachhaltige Sicherung der Artenvielfalt bzw. der Erhaltung der Entwicklungsfähigkeit von artenhaltenden Ökosystemen nicht ausreichend genügt. Der vermutlich effizienteste Ansatz zur nachhaltigen Sicherung der Biologischen Vielfalt, d. h. der am wenigsten

---

<sup>7</sup> Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass der vorgestellte Ansatz als Basisinformation für die strategisch-vorbereitenden Planungsebenen entwickelt wurde und besonders auf der Ebene der UVP und Eingriffsregelung zusätzliche Informationen (vorhabensbezogene Originalerhebungen zu Arten und Lebensräumen) für Wirkungsprognosen herangezogen werden müssen.

Fläche beanspruchende, ist die Entwicklung großräumig funktionsfähiger Lebensraumnetzwerke (funktionaler Biotopverbund).

Die verbliebenen zukunftsfähigen artenreichen Biotope bzw. die Habitate besonders schutzbedürftiger Arten müssen in solche Netzwerke integriert werden (siehe Kasten).

**Bestandteile der Entwicklung großräumig funktionsfähiger Lebensraumnetzwerke bzw. von Biotopverbund**

Überregionaler Biotopverbund besteht

1. aus der Stärkung von Donatorpopulationen bzw. aus der Optimierung von Donatorbiotopen,
2. (im Sonderfall) aus schmalen linearen Elementen zur gezielten Überwindung von Verkehrswegen,
3. (im Regelfall) aus Lebensraumkorridoren mit einer hohen Dichte an Mangelhabitaten und Flächen für natürliche Entwicklungsprozesse, die zwischen großen Kerngebieten des Naturschutzes vermitteln. Dabei könnten die bisher unbeachteten „beweglichen Korridore“ (Großtiere als Vektoren, Bugla, Poschlod 2005) eine maßgebliche Rolle spielen.

Trotz des flächensparenden Ansatzes ist unklar (und von der Intensität der umgebenden Landnutzung abhängig), ob es genügt, dafür die im BNatSchG vorgesehenen 10 % der Landfläche zur Verfügung zu stellen oder ob, wie im Landschaftsprogramm Schleswig-Holsteins dargestellt, 15 % als Vorrangfläche des Naturschutzes entwickelt werden müssen oder ob der Minimum-Bedarf, gemessen an den Zielen der Biodiversitätskonvention und des BNatSchG, noch größer ist. In jedem Fall ist eine erhebliche Flächenkonkurrenz vorhanden (vgl. z. B. den Flächenbedarf für Energiepflanzenanbau). Um in solcher Konkurrenz zu bestehen, müssen, soweit möglich, mehrere Nutzungsziele in Lebensraumkorridoren verwirklicht werden (Mehrzieloptimierung: Integration von naturgebundener Erholung, von Tourismus, Sport, Fischerei und Jagd im Sinne der nachhaltigen Nutzung von Naturgütern).

Der Naturschutz muss aber auch akzeptieren, dass die Chancen für eine großflächig integrative Naturnutzung in Bezug auf moderne Landwirtschaft nur in flächenmäßig unbedeutenden Ausnahmen gegeben ist und dass aber für einen segregativen Schutzansatz deutlich mehr „Schutz“-Fläche bzw. Ausgleichsbiotope als bisher erforderlich sind. Für die Planung bedeutet dies, dass der Naturschutz zunächst alle bedeutsamen Funktionsräume (vgl. Abb. 2), unabhängig von ihrem Schutzstatus, in den Raumordnungsplänen als Vorranggebiete für Natur und Landschaft ausweist, und zwar mit dem Ziel der Sicherung der Kernlebensräume und der Verbundfunktion (nicht der gesamten dargestellten Fläche!).

Des Weiteren sollte die heute mögliche Modellierung der Populationsdynamik und der Ausbreitung von Indikatorarten für die bessere und damit durchsetzungsfähigere Ableitung des Flächenanspruches eingesetzt werden (Vergleich der Auswirkungen verschiedener Korridor-, Landnutzungs- und Klimaszenarien als Entscheidungshilfe für die querschnittsorientierte Gesamtplanung).



## Literatur

- Baier, H.; Erdmann, F.; Holz, Z., R.; Waterstraat, A. (Hrsg.) (2006): Freiraum und Naturschutz. Berlin/Heidelberg.
- Böttcher, M.; Reck, H. (2007): Notwendiger Bestandteil eines nachhaltig geplanten Verkehrsnetzes: Die Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensraumkorridoren. Umwelt und Verkehr 5. Bern-Stuttgart-Wien, S. 29-41.
- Bugla, B.; Poschlod, P. (2005): Biotopverbund für die Migration von Pflanzen – Förderung von Ausbreitungsprozessen statt "statischen" Korridoren und Trittsteinen. Das Fallbeispiel "Pflanzenarten der Sandmagerrasen" in Bamberg, Bayern. In: Reck, H.; Hänel, K.; Böttcher, M.; Winter, A. (Hrsg.): Lebensraumkorridore für Mensch und Natur. Naturschutz und Biologische Vielfalt 17, S. 101-117.
- Bunzel-Drüke, M.; Drüke, J.; Hauswirth, L.; Vierhaus, H. (1999): Großtiere und Landschaft – von der Theorie zur Praxis In: Gerken, B.; Görner, M.: Europäische Landschaftsentwicklung mit großen Weidetieren – Geschichte, Modelle und Perspektiven. Natur und Kulturlandschaft 3, Höxter/Jena.
- Conell, J. H. (1978): Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. Science 1991, S. 1302-1310.
- COST (European Co-Operation in the Field of Scientific and Technical Research Office) (2006): COST 350. Integrated Assessment of Environmental Impact of Traffic and Transport Infrastructure – A Strategic Approach. Part C, Chapter 4, Working Group 3: Environmental Indicators. URL: <http://www.svpt.de/index.html>.
- Fuchs, D.; Hänel, K.; Jeßberger, J.; Lipski, A.; Reck, H.; Reich, M.; Sachteleben, J. (2007): Länderübergreifende Achsen des Biotopverbundes, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrag des BfN, FKZ 804 85005, unveröffentlichter Endbericht.
- Gawlak, C. (2001): Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Deutschland 1999. Natur und Landschaft 11, S. 481-484.
- Günther A.; Nigman U.; Achtziger, R.; Gruttke, H. (2005): Analyse der Gefährdungsursachen planungsrelevanter Tierarten in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 20.
- Von Haaren, C.; Reich, M. (2006): The German way to greenways and habitat networks – Landscape and Urban Planning 76, S. 7-22.
- Hänel, K. (2006): Habitatverbundsysteme auf überörtlicher Ebene. Naturschutz und Landschaftsplanung 38 (8).
- Hänel, K. (2007): Methodische Grundlagen zur Bewahrung und Wiederherstellung großräumig funktionsfähiger ökologischer Beziehungen in der räumlichen Umweltplanung – Lebensraumnetzwerke für Deutschland. – Dissertation [http://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2007121319883/1/Dissertation\\_Kersten\\_Haenel.pdf](http://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2007121319883/1/Dissertation_Kersten_Haenel.pdf).
- Iuell, B.; Bekker, H.G. J.; Cuperus, R.; Dufek, J.; Fry, G.; Hicks, C.; Hlavac, V.; Keller, V. B.; Rosell, C.; Sangwine, T.; Tórslov, N.; Wandall, B. Le Maire (Eds.) (2003): Wildlife and Traffic. A European Handbook for Identifying Conflicts and Design Solutions. COST 341 – Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. KnnV Publishers.
- Jaeger, J.A.G. (2001): Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäß dem Konzept der Umweltgefährdung. Stuttgart.
- Jongman, R.H.G.; Pungetti, G. (Eds.) (2004): Ecological networks and greenways. Concept, design, implementation. Cambridge.
- Jessel, B. (2007): Perspektiven der Kulturlandschaftsentwicklung in: Garten und Landschaft 8, S. 13-15.
- Jooss, R. (2006): Schutzverantwortung von Gemeinden für Zielarten in Baden-Württemberg. Empirische Analyse und naturschutzfachliche Diskussion einer Methode zur Auswahl von Vorranggebieten für den Artenschutz aus landesweiter Sicht. Dissertation an der Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart. – Dissertation <http://www.ilpoe.uni-stuttgart.de/team/rj/rj.htm>.
- Lassen, D. (1979): Unzerschnittene verkehrsarme Räume in der Bundesrepublik Deutschland. Natur und Landschaft 54, S. 333-334.
- Levins, R. (1969): Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bulletin of the Entomology Society of America, 15, S. 237-240.
- Reck, H.; Hänel, K.; Böttcher, M.; Winter, A. (2005): Teil I – Lebensraumkorridore für Mensch und Natur – Initiativskizze. -Naturschutz und Biologische Vielfalt, 17, S. 11-53.
- Reck, H.; Hänel, K.; Jeßberger, J.; Lorenzen, D. (2008): UZVR, UFR + Biologische Vielfalt: Landschafts- und Zerschneidungsanalysen als Grundlage für die räumliche Umweltplanung. Schriftenreihe Naturschutz und Biologische Vielfalt.

- Reed, D.H.; O'Grady, J. J.; Brook, B. W.; Ballou J. D.; Frankham, R. (2003) Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation* 113, S. 23-34.
- Remmert, H. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Übersicht. – Das Mosaik-Zyklus-Konzept der Ökosysteme und seine Bedeutung für den Naturschutz. *Laufender Seminarbeiträge* 5/91, S. 5-15.
- Shaffer, M. L. (1981): Minimum Population Sizes for Species Conservation. *BioScience* 31 (2), S. 131-134.
- Scherzinger, W. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept aus der Sicht des zoologischen Artenschutzes. Das Mosaik-Zyklus-Konzept der Ökosysteme und seine Bedeutung für den Naturschutz. *Laufender Seminarbeiträge* 5/91, S. 30-42.
- SRU, Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft, Sondergutachten März 1985. Stuttgart.
- Winkelbrandt, A. (2005): Lebensraumkorridore für Mensch und Natur – Einführungs- und Begrüßungsrede, in *Lebensraumkorridore für Mensch und Natur, Naturschutz und Biologische Vielfalt* 17.

### *Gesetze und Internationale Abkommen*

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) i. d. Fassung vom 12. Dez. 2007, BGBl. Teil I Nr. 63, S. 2873 – 2875.
- Übereinkommen über die biologische Vielfalt vom 05. Juni 1992 – Convention on Biological Diversity (CBD), BGBl. 1993, Teil II, S. 1742-1772.